**SUDOKU GENERÁTOR A SOLVER**

**Popis problému**

* Cílem je vytvořit generátor Sudoku s nastavitelnou obtížností a vytvoření prostředí, ve kterém se tyto logické hry budou dát řešit.

**Formalizace problému**

* Cílem tedy bude vytvořit generátor Sudoku, který na základě uživatelem zadané obtížnosti vygeneruje náhodnou hru sudoku, která bude splňovat pravidla hry.
* Základním principem hry Sudoku je doplnit chybějící cifry 1-9 v zadané čtvercové tabulce s rozměry 9x9 políček. Tabulka je rozdělena na 9 bloků o rozměrech 3x3 políčka. Tabulka je zpočátku zčásti zaplněna čísly, které hráči usnadní určit, kam má jaké číslo doplnit. Podle toho, kolik čísel je již v tabulce předem vyplněno, se určuje obtížnost her Sudoku, přičemž nejtěžší hry mají vyplněno co nejméně čísel. Tabulka by ale neměla být prázdná.
* Aby byla tabulka správně vyplněna, a tím hra úspěšně dokončena, musí být v každém řádku, každém sloupci a každém čtverci 3x3 použity všechny cifry 1-9, každá právě jednou.

**Základní návrh algoritmu**

* Návrhem je použít k vyplnění tabulky algoritmus backtracking (DFS) s ořezáváním neperspektivních řešení pomocí seznamů v buňkách tabulky, kvůli velikosti stavového prostoru pro tabulku 9x9.
* **Logické uzávěry**: při vyplňování tabulky, budeme používat techniku eliminace podle sloupců, řádků a čtverců 3x3. To znamená, že si budeme u každé buňky udržovat seznam použitelných cifer a vždy, když doplníme do buňky nějakou cifru, tak tuto cifru můžeme „škrtnout“ ze seznamů všech buněk, které leží ve stejném řádku, sloupci a čtverci 3x3. Budeme tedy postupně eliminovat neperspektivní řešení. Pokaždé, když nějakou buňku vyplníme, tak před dalším rekurzivním voláním eliminujeme příslušnou cifru z příslušných seznamů.
* **První krok**: vytvoříme prázdnou tabulku 9x9, kde u každé z celkem 81 buněk vytvoříme seznam hodnot, které lze do buňky doplnit. V počátku tedy budou všechny buňky prázdné, ale budou mít k sobě připojený seznam s ciframi 1-9.
* **Druhý krok**: můžeme si všimnout, že diagonální čtverce (3x3) tabulky jsou v počátečním stavu nezávislé na ostatních prvcích. To znamená, že trojici čtverců 3x3, buď levý horní, prostřední a pravý dolní, nebo pravý horní, prostřední a levý dolní můžeme vyplnit jako první libovolně náhodně ciframi 1-9 bez opakování. Přitom vždy, když vyplníme do jedné buňky nějakou cifru, smažeme tuto cifru ze seznamu možností ve všech buňkách ve stejném řádku, sloupci i příslušném čtverci 3x3.
* **Třetí krok**: Zbytek tabulky budeme vyplňovat pomocí algoritmu DFS. To znamená, že začnemě první nevyplněnou buňkou a zkusíme do ní umístit první číslo z jejího možného seznamu čísel. Pokud to doplnění bude korektní, tedy nebude porušovat žádná pravidla, tak před dalším rekurzivním voláním, na další buňku tabulky, označíme doplněné číslo za nepoužitelné v seznamech všech buněk, které se nachází na stejném řádku, sloupci a čtverci 3x3. Až poté spustíme další rekurzivní volání a posuneme se na další buňku s tím, že opakujeme stejný postup. Pokud narazíme na buňku, do které nepůjde vyplnit žádné číslo, aniž by to doplnění neporušovalo některé z pravidel, musíme backtrackovat k předchozí buňce (popřípadě k několika předchozím až na začátek) a zkusit změnit její vyplnění, tak, aby nakonec žádná buňka neporušovala žádné z pravidel. Při backtrackingu musíme zajistit, že čísla, které jsme v seznamech buněk označili jako nepoužitlená budeme muset v mnoha případech měnit („znovuzpoužitelnit“).
* **Čtvrtý krok**: jakmile máme tabulku správně vyplněnou, stačí podle zadané obtížnosti odebrat několik náhodných prvků a tím je tabulka připravená ke hře. Tyto čísla budeme odstraňovat pouze pro hráčský interface a kompletní sudoku si necháme pro kontrolu uživatelského vstupu. Tedy pokud uživatel vyplní vygenerovanou hru Sudoku, budeme schopni zkontrolovat její správnost na základě tabulky.
* Možným vylepšením je potom při požadavku hráče o vygenerování nové tabulky negenerovat novou tabulku backtrackingem, ale pouze tabulku promíchat pomocí operací zachovávajících platnost. Tím je například prohození celého sloupce či řádku tabulky pouze v rámci příslušných čtverců.

**Forma a popis vstupů a výstupů a forma interfacu**

* Uživatel bude s aplikací interagovat pomocí grafického interfacu, ve kterém bude moct generovat nové hry, které bude moct v tomtéž prostředí řešit. Své řešení bude pak moci ověřit pomocí předpřipravených funkcionalit.
* Vstup bude aplikace umožňovat ve formě stisku tlačítek a vyplňování tabulky Sudoku číselnými hodnotami.
* Výstup pak provedeme buďto ve formě vygenerování nové tabulky, nebo výstupními hláškami.

**Identifikace studenta, předmětu, datum**

* Předmět: Programování 2 (NPRG031)
* Jméno: Tereza Kotlabová (UKČO: 70875433)
* Datum: 20.5.2024